

# En otteårig klinisk evaluering af keramiske indlæg fremstillet med CAD-CAM-teknik

Ulla Pallesen og Jan W. V. van Dijken

Formålet med undersøgelsen var at evaluere Cerec CAD-CAM-indlæg, udslebet af to industrielt fremstillede fræsbare keramiske materialer over en otteårig periode. Seksten patienter fik hver to keramiske indlæg, ét i feldspat (Vita Mark II) og ét i glaskeramik (Dicor MGC). Indlæggene blev cementeret med en dualhærdende komposit plast og blev evalueret klinisk ved 0 år, 8 mdr., 2, 3, 5, 6 og 8 år vha. modificerede USPHS-kriterier. Ved undersøgelsens start blev 84% af indlæggene bedømt til at være optimale, mens 16% var acceptable. Én patient havde de første otte mdr. følsomhed i én tand. Alle 32 indlæg blev evalueret efter otte år, hvor tre indlæg var omlagt/repareret pga. fraktur i keramikken, hvorimod sekundær caries ikke blev observeret. Der var ingen signifikante forskelle i den kliniske funktion mellem indlæg fremstillet i de to keramiske materialer. CAD-CAM-indlæg havde en god klinisk funktion gennem otte år.

Artiklen er baseret på et arbejde som tidligere er publiceret i European Journal of Oral Sciences 2000; 108: 239-46.

Indlæg i keramik og plast blev introduceret for at undgå polymerisationskontraktion, som er det største problem ved direkte plastfyldningsteknik (1,2). Ved indlægsteknik bliver kantfejl forårsaget af skrumpning af materialet korrigeret med cementeringscementen. Keramiske materialer er sprøde og ikke modstandsdygtige mod fraktur, men anvendelse af forbedret adhæsivteknik gør det muligt at anvende materialet klinisk (2). Ud over metoder som anvendes af laborietandteknikeren, såsom sintring, presning eller støbning af keramiske materialer, er forskellige metoder baseret på computerteknologi blevet udviklet til at fremstille keramiske indlæg. Af disse blev den CAD-CAM-(Computer Aided Design/Computer Aided Manufacturing)-baserede Cerec maskine først introduceret og er stadig den bedst kendte.

Indlæggenes pasform og mængden af småfrakturer i kantområderne (*chippings*) afhænger med dette system af slibehedens alder og tilstand, det keramiske materiale og operatørens hånddelag (3-5). I 1987 blev en fræsbar feldspatkeramik specielt udviklet til Cerec systemet (Vita Mark I). Med en stærkere og forbedret version med finere partikelstørrelse af denne samt en fræsbar glaskeramik, som blev introduceret tidligt i 1990'erne, forventedes en forbedret klinisk holdbarhed. Skønt flere studier har rapporteret om god klinisk funktion af Cerec indlæg med kun få omlavninger inden for de første år, så har langtidskliniske observationer ikke tidligere været publiceret i videnskabelige tidsskrifter (2,6).

Formålet med denne undersøgelse var at evaluere Cerec CAD-CAM-indlæg, udslebet af to industrielt fremstillede keramiske materialer over en otteårig periode.

## Materiale og metoder

Toogtredive Klasse II-keramikindlæg blev fremstillet i 17 præmolare og 15 molare af én af forfatterne. Elleve kvinder og fem mænd med en gennemsnitsalder på 40 år (24-58 år) fik hver to indlæg i samme størrelse og tandtype, ét i sintret Vita Mark II (V; Vita Zahnfabrik, Bad Säckingen, Tyskland) og ét i Dicor MGC glaskeramik (D; Machinable Glass Ceramic; Dentsply/DeTrey, Konstanz, Tyskland).

Alle restaureringer med undtagelse af to var omlavninger af amalgamfyldninger. Valg af materiale blev foretaget tilfældigt efter præparation af kaviteterne. Vita keramikken blev anvendt i én farve (A1) og Dicor i to (L og D). Alle eksperimentelle tænder var i okklusion og havde kontakt til nabotænder. Vitaliteten blev testet før behandling, og ingen tænder havde præoperative symptomer. Hver patient skulle have behov for to ens tandfarvede restaureringer og måtte ikke tilhøre tandplejepersonale; herudover blev der ikke anvendt andre kriterier for at være med i undersøgelsen.

Tabel 1. Kriterier for direkte klinisk evaluering.

Variabel	Score (acceptabel/uacceptabel)	Kriterier
Anatomisk form	0	Restaureringen følger tandens anatomi
	1	Let under- eller overkontureret; randcrista let underkontureret; kontakt let åben (kan være selvkorrigerende); okklusal højde reduceret lokalt
	2	Restaurering underkontureret; dentin eller isolationsmateriale eksponeret; manglende approximal kontakt (ikke selvkorrigerende); okklusalhøjde reduceret; okklusion påvirket
	3	Restaurering mistet delvist eller helt; fraktur af tandsubstans; traumatisk okklusion; restaurering forårsager smerter i tand eller omgivende væv
Kanttilslutning	0	Jævn overgang mellem restaurering og tand; sonden hænger ikke
	1	Sonden hænger; ingen synlig spalte hvor sonden kan trænge ind
	2	Spalte hvor sonden kan trænge let ind, eksponeret emalje
	3	Tydelig spalte, eksponeret dentin eller isolationsmateriale
	4	Restaurering løs, fraktureret eller mistet
Farvelighed	0	Meget god farvelighed, restaurering kan næsten ikke ses
	1	God farvelighed
	2	Svag afvigelse i farve, farveintensitet eller translucens
	3	Tydelig afvigelse i farve, mere end normalt
	4	Stor farveafvigelse
Kantmisfarvning	0	Ingen kantmisfarvning
	1	Let misfarvning på enkelte steder – kan pudses væk
	2	Tydelig misfarvning – kan ikke pudses væk
	3	Omfattende misfarvning
Overflademisfarvning	0	Ingen overflademisfarvning
	1	Let overflademisfarvning
	2	Tydelig overflademisfarvning
Caries	0	Ingen caries i relation til kantområderne af restaureringen
	1	Initial caries, restaurerende behandling ikke nødvendig
	2	Manifest caries, restaurerende behandling indiceret

Kofferdam blev anlagt og kaviteterne præpareret som anbefalet af *Mörmann & Brandestini* (7), dog modificerede med afrundede indre kantvinkler. Det blev tilstræbt at begrænse forøgelsen af den oprindelige kavitetsstørrelse, og alle kaviteter blev isoleret med calciumhydroxid (Dycal; Dentsply/DeTrey) i pulpanære områder. Dybe underskæringer blev udfyldt med glasionomercement (GC Dentin Cement, GC Ind., Tokyo, Japan) efter forbehandling med 10% polyacrylsyre i 15 sek. (GC Dentin Conditioner).

Efter optisk aftryk af præparationen blev kaviteten dækket med en våd vatpelt, mens indlægget blev designet og slebet med Cerec CAD-CAM-teknik (software v. 1.1). Indlægget blev tilpasset og approximalfladerne pudset, hvorefter indsiden

af indlægget blev ætset med flussyre (Vita Cerec Etch) i ét min. Efter skylning med vand og udtørring med ethanol blev indsiden dækket med silan (Silicoup; Hereaus/Kulzer, Weirheim, Tyskland) i 60 sek. fulgt af et lag lavviskøs plast (Kulzer Cerec Resin). Der blev anvendt plastmatricebånd og trækiler under cementeringen, emaljen blev ætset med 40% fosforsyre i 30 sek. og skyllet med vand i 20 sek. Dentinen blev behandlet med 0,1 M EDTA-opløsning (Gluma 2; Bayer, Dormhagen, Tyskland), skyllet med vand i 20 sek. og tørret med luft, hvorefter kaviteten blev dækket med Gluma 3 (Bayer) og Clearfil New Bond (Cavex, Haarlem, Holland). Dualhærdende plastcement (Kulzer Cerec Cement; partikelstørrelser 1-20 µm, fillerindhold: 77% barium-aluminium-bor-silikatglas)

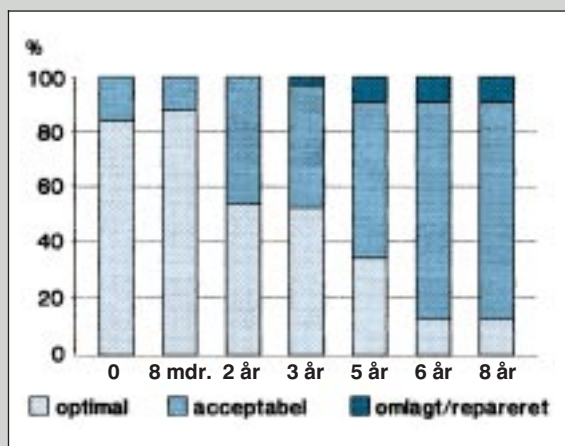


Fig. 1. Overordnet vurdering (0-8 år) af 32 indlæg i Dicor MGC og Vita Mark II keramik fremstillet ved hjælp af CAD-CAM-teknik.

Fig. 1. Overall assessment (0-8 years) of Dicor MGC and Vita Mark II ceramic inlays processed by CAD-CAM technique.

blev anvendt til at cementere indlæggene, som blev hærdet fra forskellige retninger med to lyspolymeriseringslamper i 3-5 min.

Efter polymerisering af cementen blev den okklusale ud-

formning fremstillet vha. pære- og flammeformede diamanter og poleret med fine sandpapirskiver og diamantpolérpasta. For at forbedre den marginale kanttilslutning blev alle kantområder genættet med fosforsyre i 10 sek., skyllet, tørret med luft og absolut alkohol og dækket med et tyndt lag lavviskøs plast (Concise Enamel Bond; 3M, USA) (8,9).

#### Evaluering

Indlæggene blev kontrolleret 2-4 uger efter cementering, om nødvendigt justeret og derefter evalueret (af U.P.), som regelmæssigt var kalibreret med en anden (til en gennemsnitlig inter- og intraindividuel overensstemmelse på 87% for de evaluerede parametre). Et standardiseret spørgeskema blev udfyldt af alle patienter for at undersøge incidens og art af postoperative symptomer. Patienterne blev desuden spurgt om forskelle i overfladeruhed samt om tilfredshed med behandlingen. Indlæggene blev evalueret blindt ved 0 år, 8 mdr., 2, 3, 5, 6 og 8 år ved brug af let modificerede USPHS-kriterier for anatomisk form, kanttilslutning, farvelighed, kantmisfarvning, overflademisfarvning og caries (Tabel 1) (10). Ved hver kontrol blev vitaliteten af de eksperimentelle tænder testet elektrometrisk eller med iskonus, og polyvinylsilikonaftryk blev taget og støbt i hårdgips til brug for den indirekte evaluering af indlæggene. Der blev taget bitewing-røntgenbilleder på alle patienter og kliniske foto af de fleste restaureringer ved hver kontrol.

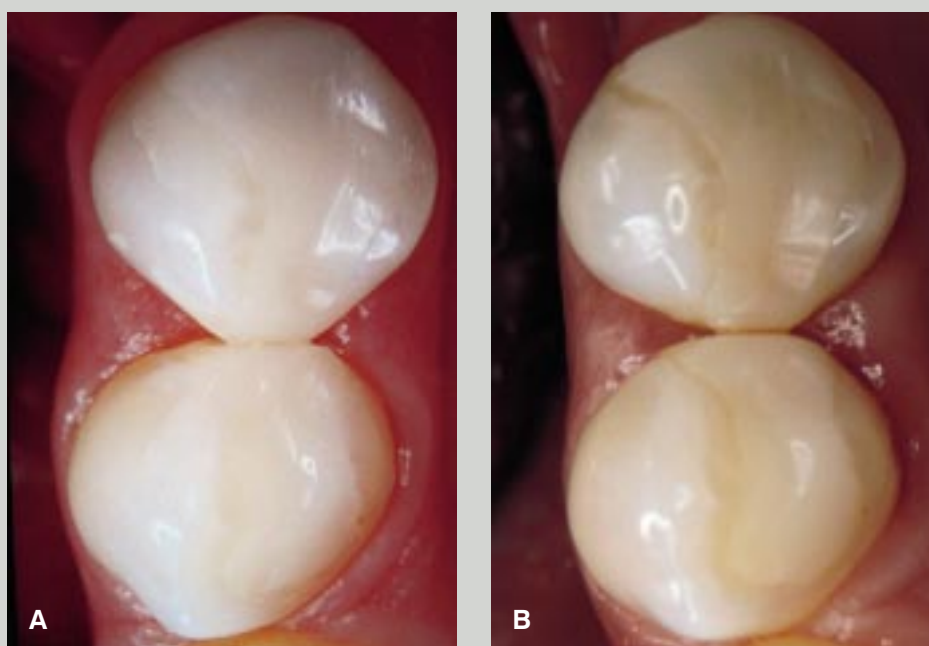


Fig. 2. A: 5÷ MOD (Dicor) og 4÷ OD (Vita) keramik-indlæg umiddelbart efter fremstillingen. B: De samme indlæg efter otte års funktion.

Fig. 2. A: 5- MOD (Dicor) and 4- OD (Vita) ceramic inlays at baseline. B. The same inlays after eight years of function.

Tabel 2. Fordeling af overordnet kvalitet af indlæg ved de forskellige kontroller. Materialet omfattede 16 indlæg i hver gruppe (D og V).

	0 år		8 mdr.		2 år		3 år		5 år		6 år		8 år	
	D	V	D	V	D	V	D	V	D	V	D	V	D	V
Dicor/Vita														
Optimal	14	13	13	15	7	8	10	8	6	5	2	2	2	2
Acceptabel	2	3	3	1	9	8	5	8	8	10	12	13	12	13
Uacceptabel	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
Omlagt/repareret	-	-	-	-	-	-	1	-	2	-	2	1	2	1

Optimal = score 0, Acceptabel = score 1 og 2, for anatomisk form og caries score 1.  
D = Dicor MGC, V = Vita Mark II.

### Statistisk analyse

Der blev anvendt deskriptiv statistik med frekvensfordelinger for de forskellige evaluerede parametre. Holdbarhed af de to indlægstyper blev sammenlignet intraindividuet ved brug af Friedman tovejsvariansanalyse (11). Nulhypotesen blev afvist ved 5% niveauet.

### Resultater

Alle tænder med eksperimentelle indlæg blev evalueret ved hver kontrolindkaldelse. Fordelingen af den overordnede kvalitet af indlæg ved de enkelte kontroller er vist i Tabel 2 og

Fig. 1. Niogtyve indlæg (91%) fungerede stadig godt ved otte-årskontrollen. Kliniske eksempler på velfungerende indlæg er vist i Fig. 2. Tre indlæg (9%) var repareret eller omlagt i løbet af kontrolperioden, af disse havde ét (D) fraktur på en artikulationsfacet efter tre år, og to (1 D, 1 V) havde fraktur på rand-crista (Fig. 3) efter fem år, hvoraf ét også havde fraktur på okklusalfladen (D). Små frakturer på rand-crista (score 1) blev observeret på to indlæg (V) efter to og seks år. Postoperativ sensitivitet initieret ved okklusal trykbelastning blev observeret på én tand (D) i de første otte mdr., og ingen tænder mistede pulpavitaliteten i observationsperioden.

Tabel 3. Ratio af omlagte/reparerede og frakturerede Cerec CAD/CAM-keramikindlæg (Klasse II) i forskellige kliniske evalueringer. Symposie- og kongresabstrakter er ikke medtaget.

Forfatter	År	Keramik	Evalueringsperiode	Antal indlæg	Omlagt/repareret (%)	Fraktur ratio (%)	Plastcement
Sjögren et al. (12)	1992	Vita Mark I	2 år	205	3,4	2,0	Dual
Isenberg et al. (13)	1992	Vita Mark I					
		Dicor MGC	3 år	121	5,8	5,8	Dual (microfill)
Gladys et al. (14)	1995	Dicor MGC	3 år	8	0	0	Dual
		Vita Mark II	3 år	16	0	0	Dual (hybrid + microfill)
Hofmann et al. (15)	1995	Vita Mark I	5 år	59	10,2	3,4	Dual (hybrid + microfill)
Sjögren et al. (16)	1995	Vita Mark II	2 år	33	3,0	0	Kemisk Dual
				33	3,0	3,0	
Heymann et al. (17)	1996	Dicor MGC	4 år	50	0	0	Dual (microfill)
Berg & Dérand (18)	1998	Vita Mark I	5 år	115	2,6	1,9	Dual
Sjögren et al. (19)	1998	Vita Mark II	5 år	33	6,1	0	Kemisk
				33	15,2	9,1	Dual
Zuellig-Singer & Bryant (20)	1998	Vita Mark II	3 år	26	3,9	3,9	Dual
				9	0	0	GIC
Felden et al. (21)	1998	Vita Mark I	28±17 mdr.*	33	0	0	Dual
Denne undersøgelse	2000	Vita Mark II	8 år	16	6,3	6,3	Dual (hybrid)
		Dicor MGC		16	12,5	12,5	

\*middel alder (± standarddeviation)



Fig. 3. Fraktur på rand-crista af CAD-CAM-keramikindlæg i 5+ MOD (Dicor) efter fem års funktion.

Fig. 3. Fracture at the marginal ridge of a CAD-CAM ceramic inlay in 5+ (MOD, Dicor) after five years of function.

Antallet af indlæg evalueret som optimale faldt fra 27 (84%) ved nul år til 18 (56%) efter tre år, og fire (13%) efter seks og otte år. Slid af keramik, mistet approximalkontakt, overflademisfarvning, sekundær caries og fraktur af tand blev ikke observeret. Slid af cement i kantområderne blev ikke registreret klinisk efter otte mdr., men let slid (*ditching*) blev observeret på gipsmodellerne (Fig. 4). Det okklusale marginale slid voksede imidlertid langsomt i løbet af observationsperioden, og udtalt slid og let *chipping* af både emalje og keramik blev observeret klinisk på omtrent halvdelen af indlæggene efter fem år og på næsten alle efter otte år, mens der kun var begrænset slid i tilgængelige approximale kantområder. Kliniske eksempler på okklusal kanttilslutning ved 0, 3, 6 og 8 år er vist i Fig. 5.

Ved nul år blev ét D- og tre V-indlæg bedømt til at være for lyse og mere opake end den omgivende tand, men dog stadig acceptable (Fig. 6). Antallet af indlæg med manglende farvelighed steg efter otte år til fem D- og otte V-indlæg. Kantmisfarvning blev kun observeret ved ét V-indlæg efter to år og ved to D- og tre V-indlæg efter otte år. Der var ingen signifikante forskelle i den overordnede kvalitet af Vita Mark II og Dicor MGC indlæg i den otteårige observationsperiode.

Ved nul år blev approximalt gingivalt overskud af dualcement observeret på røntgenbilleder – men ikke klinisk – på 10 (22%) af de involverede approximalflader. Antallet faldt i observationsperioden til 11% efter to år, og til 7% efter seks og otte år. Et eksempel på marginalt overskud af dualcement som ikke kunne sonderes klinisk, vises i Fig. 7. Ingen tænder med



Fig. 4. A: Gipsmodel af tand med to år gammelt keramikindlæg (6÷ MO, Vita), hvor udtalt slid af cement og let *chipping* af emalje og keramik tydeligt ses. B: Klinisk foto af samme som A, hvor slid og *chipping* er vanskeligt at se.

Fig. 4. A: Diestone model of tooth with two-year-old ceramic inlay (6÷ MO, Vita), where pronounced wear of cement and slight chipping of enamel and ceramic is easily visible. B: Clinical photo of A, where wear and chipping is difficult to notice.

overskud af cement i relation til indlægget viste forøget pouchedybde i observationsperioden.

### Diskussion

Indlæg fremstillet med Cerec CAD-CAM-teknik har vist gode resultater i publicerede korttidsstudier, som vist i Tabel 3 (12-21). I denne undersøgelse var holdbarheden af de fleste indlæg efter otte års funktion stadig god, og kun tre indlæg var omlagt eller repareret. Den væsentligste grund til omlægning/reparation var fraktur af keramik, hvilket er i overensstemmelse med andre rapporter om Cerec indlæg, men også med andre typer af keramik (2,15,19). Hårfine revner og



Fig. 5. Forandringer i kantforhold over tid på CAD-CAM keramiske indlæg i 5+ (MOD, Dicor MGC) og 4+ (OD, Vita Mark II). Okklusalt slid af cement voksede langsomt i evalueringsperioden (0 år (A), 3 år (B), 6 år (C) og 8 år (D)), men slid var ikke forbundet med klinisk lækage mellem tand/cement eller indlæg/cement. Småfrakturer i kantområderne af emalje og keramik (chippings) ses ved begge indlæg efter seks og otte år.

Fig. 5. Changes in marginal adaptation over time of CAD-CAM ceramic inlays in 5+ (MOD, Dicor MGC) and 4+ (OD, Vita Mark II). Occlusal wear of cement increased slowly during the evaluation period (baseline (A), 3 years (B), 6 years (C) and 8 years (D)), but wear was not associated with any clinical leakage at the interfaces between tooth/cement or inlay/cement. Minor chipping at the margins of enamel and ceramic is observed with both inlays after six and eight years.

småfrakturer blev imidlertid observeret på 25% af de andre – fortsat acceptable – indlæg efter otte år.

Den væsentligste ulempe ved anvendelse af keramik som restaureringsmateriale er potentialt for fraktur. Keramik fremstillet til CAD-CAM-teknik bliver produceret som keramiske blokke, som ikke behøver yderligere bearbejdning ved høje temperaturer, hvilket skulle kunne give mulighed for færre porer i materialerne med en deraf forbedret frakturresistens. Det ene af materialerne i denne undersøgelse var Dicor

MGC, et glaskeramisk materiale, sammensat af tetrasiliske mikakrystaller i en glasmatriks, som har vist bedre bøjestykke end det støbte Dicor materiale, samtidig med at det var blødere end konventionel feldspatporcelæn (22). Det andet keramiske materiale, Vita Mark II, var en stærkere feldspatporcelæn med finere partikelstørrelser end den første Cerec blok, Vita Mark I (22). De to keramiske materialer har vist forskelle i *chipping* og pasform, hvor Vita Mark II var bedre end Dicor MGC (4,5,14). Kunzelman *et al.* (3) viste at *chipping* i kantom-



Fig. 6. Eksempel på CAD-CAM-indlæg (6÷ MOD, Vita) udslebet af en monokromatisk keramikblok, som er for lys og mere opak end den omgivende tand, men dog stadig acceptabel.

Fig. 6. An example of CAD-CAM inlay (6– MOD, Vita) milled out of a monochromatic ceramic block, which is too light and more opaque than the surrounding tooth, however still acceptable.

råderne afhang af leucitindholdet i keramikken. Vita Mark II-keramik kan poleres til særdeles glat overflade, bedre end Dicor MGC-glaskeramik (23). Klinisk var begge keramiske materialer vanskelige og tidskrævende at polere, specielt på okklusalfaderne, hvilket kan have indflydelse på sliddet af antagonistene (17).

Kun to andre in vivo-studier har sammenlignet forskellige keramikblokke. *Isenberg et al.* (13) fandt efter tre år ingen kliniske forskelle mellem indlæg i Vita Mark I og Dicor MGC. Begge materialer udviste samme grad af farvelighed med tand, kantforhold og klinisk funktion. *Gladys et al.* (14) evaluerede 24 Cerec indlæg udslebet af Dicor MGC og Vita Mark I-blokke efter tre år, både klinisk og vha. SEM-analyse af kantforholdene. De fandt alle indlæg i funktion og konkluderede at de to keramiske materialer fungerede ens både klinisk og i analysen af kantforholdene. Perfekte kantforhold blev observeret i 28% af Vita Mark I-gruppen, cementeret med en mikrofilplast, og 25% af Dicor MGC-gruppen cementeret med Dicor cement. I en anden Vita Mark I-gruppe, cementeret med hybrid dualplast, var der imidlertid 70% med perfekt kanttilslutning (14). I nærværende intraindividuelle langtidskliniske sammenligning fandtes ingen signifikante forskelle mellem indlæg i de to keramiske materialer.

Kantforholdene i forbindelse med tandfarvede indlæg har været nævnt som den mest kritiske parameter for klinisk succes. Cementen er udsat for slid, hvilket kan have indflydelse på restaureringens holdbarhed. Trods forsøg på at

forebygge slid af cement i den kliniske procedure kunne slid i nærværende undersøgelse observeres allerede efter otte mdr., men kun i forbindelse med den indirekte evaluering, hvilket er i overensstemmelse med observationerne af *Heymann et al.* (17). Som for andre keramiske restaureringer er det adskillige gange blevet foreslået at den svageste del en af Cerec restaurering er den eksponerede cementeringsplast (14,17,20,24,25). Slid af cement eller *ditching* er blevet rapporteret i næsten alle kliniske undersøgelser af keramiske indlæg, men den langtidskliniske konsekvens er stadig ukendt (2). Adskillige studier har undersøgt indflydelsen af cementtype eller bredde af spalte på graden af *ditching*. Mikrofilplast har vist bedre klinisk abrasionsresistens end hybridplast i nogle studier, mens andre ikke har fundet nogen forskel (4,13,14,17,25). I denne undersøgelse voksede okklusalt slid af cementen langsomt i løbet af årene, og efter otte år havde næsten alle indlæg okklusalt *ditching*. Kun let approksimalt slid blev observeret, hvilket er i overensstemmelse med tidligere resultater (2). *Ditching* viste sig kun at være et okklusalt problem, formodentligt forårsaget af slid via fødebolus og tandbørstning, og sliddet var ikke forbundet med nogle signifikante kliniske problemer eller et forøget antal omlagte indlæg.

*Berg & Derand* (18) fandt ingen korrelation mellem bredde og dybde af cementfugen. *Bayne et al.* (26) postulerede at omfanget af slid ville blive mindre med tiden pga. den beskyttende effekt fra indlæg og emalje. I den kliniske situation

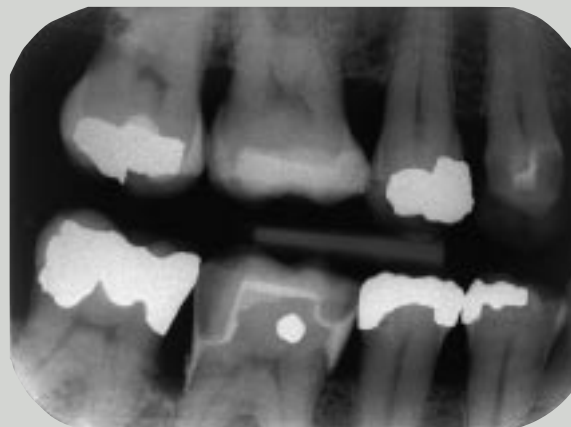


Fig. 7. Overskud af radiopak cement disto-gingivalt på 6÷ (Dicor, MOD), som ikke kunne sonderes klinisk.

Fig. 7. Overhang of radiopaque cement disto-gingivaly of 6– (Dicor, MOD), which could not be clinically diagnosed.

er det vigtigt at vide om det marginale slid fortsætter og fører til kliniske problemer. I korttidsundersøgelser er der observeret mindre marginale forandringer mht. slid af cement, men disse var uden klinisk betydning (17). Det marginale slid er blevet forbundet med lækage mellem tand og cement, som kunne forårsage kantmisfarvning og sekundær caries (20). Slid alene giver imidlertid ikke lækage; hertil skal kantfraktur eller spalte også være til stede. Berg & Derand (18) rapporterede efter fem år et gennemsnitligt slid på 111 µm. Zuellig-Singer & Bryant (20) rapporterede efter tre år ved SEM-studier kun småfrakturer i emalje og indlæg – såkaldte *chip*-frakturer – i forbindelse med mindre end 1% af indlæggene, hvilket blev stadfæstet af Heymann *et al.* (17). Kantmisfarvning, ét af de mulige resultater af slid af cement og/eller lækage, er ikke observeret i flere korttidskliniske studier af Cerec-indlæg (13,14,17). I denne undersøgelse voksede mængden af kantmisfarvninger langsomt med årene, men efter otte år viste kun fem af de 32 indlæg minimal kantmisfarvning, som ikke var forbundet med andre kliniske tegn.

Sekundær caries, som et andet resultat af insufficient kanttilslutning, blev ikke observeret i de fleste kliniske evalueringer af Cerec indlæg (13,14,16-20,24). Kun få studier viste meget lave frekvenser af sekundær caries (15,27,28), hvilket er i overensstemmelse med evalueringer af indlæg i andre typer keramik eller komposit plast (1,2). I betragtning af at den væsentligste grund til omlavning af fyldninger er sekundær caries, kan det konkluderes at resultaterne med tandfarvede indlæg udtrykker holdbarhed og kvalitet af adhæsiv cementeringsteknik med kompositte plastmaterialer.

Den væsentligste grund til omlavning af adhæsivt cementerede keramiske indlæg er frakturer i keramikken, som belyst i en oversigtsartikel af van Dijken *et al.* (2). Restaureringer i brændt feldspatkeramik viste relativt høj frakturfrekvens, mens antallet af frakturer ved Cerec CAD-CAM-indlæg er lavere og på samme niveau som for presede keramiske restaureringer. Trods den forbedrede bøjestykke i Vita-keramikken, blev der ikke observeret statistisk signifikante forskelle i antallet af frakturer mellem de to materialer i denne undersøgelse. En fireårsevaluering af Dicor MGC Cerec-indlæg viste ingen frakturer, mens en femårsevaluering af Vita Mark I Cerec-indlæg viste højere frakturniveau (2-5%) (15,18).

Et klinisk problem med keramiske indlæg er overskud af cement, som kan være vanskeligt at diagnosticere (29). Cementen skal være tilstrækkelig radiopak for at overskud kan diagnosticeres på røntgenbilleder. O'Rourke *et al.* (29) viste at selv for de mest radiopake plastcementer kunne overskud i forbindelse med plastindlæg kun ses hvis de havde en tilstrækkelig størrelse. Radiopak cement placeret i relation til et radiopakt keramikindlæg kunne derimod let diagnosticeres

selv i meget små mængder. I den nærværende undersøgelse blev approssimalt overskud af cement observeret på røntgenbilleder på 10 approssimalflader (22%), dog uden at nogle af disse tænder fik forøget pochedybde i løbet af de otte år.

Det kan konkluderes at CAD-CAM-fremstillede keramiske indlæg har en god holdbarhed over otte år. Den væsentligste grund til fejl var fraktur af det keramiske materiale, hvilket er i overensstemmelse med andre kliniske undersøgelser (30). Der blev ikke fundet forskelle mellem de to anvendte keramiske materialer.

Tak til Helsefonden for økonomisk støtte til undersøgelsen.

### English summary

*An eight-year clinical evaluation of ceramic inlays processed by CAD/CAM technique*

The purpose of this study was to evaluate the Cerec CAD/CAM inlays processed of two industrially made machinable ceramics during an eight-year follow-up period.

Each of 16 patients received two similar ceramic inlays. Half of the inlays were made of a feldspathic, Vita Mark II, and the other of a glass ceramic, Dicor MGC ingot. The inlays were luted with a dual resin composite and evaluated clinically using modified USPHS criteria at baseline, 8 months, 2, 3, 5, 6 and 8 years, along with indirect models.

At baseline, 84% of the inlays were estimated as optimal and 16% as acceptable. Postoperative sensitivity was reported by one patient for eight months. Of the 32 inlays evaluated during the eight years, three failed. The reason for failure was fracture of the material. No secondary caries was found adjacent to the inlays. No significant differences in the clinical performance were found between inlays made of the two ceramics.

It can therefore be concluded that the CAD/CAM inlays processed of the two ceramics functioned well during the eight-year follow-up period.

### Litteratur

1. Dijken van JWV, Kreulen CM, Pelt van AWJ. Composit inlays. Ned Tijdschr Tandheelkd 1996; 103: 468-71.
2. Dijken van JWV, Högberg-Ågren C, Olofsson AL. Fired ceramic inlays: a 6-year follow-up. J Dent 1998; 26: 219-25.
3. Kunzelman KH, Hickel R. Zur Präzision des Cerec-systems: Die Schleifeinheit. Dtsch Zahnärztl Z 1990; 45: 277-80.
4. Van Meerbeek B, Inkoshi S, Willems, Noack MJ, Braem M, Lambrechts P, et al. Marginal adaptation of four tooth-coloured inlay systems in vivo. J Dent 1992; 20: 18-26.
5. Shearer AC, Heymann HO, Wilson NHF. Two ceramic materials compared for the production of Cerec inlays. J Dent 1993; 21: 302-4.
6. Hickel R, Dasch A, Mehl A, Kremers L. CAD/CAM-fillings of the



- future? *Int Dent J* 1997; 47: 247-58.
7. Mörmann W, Brandestini M. Die Cerec computer reconstruction. Inlays, onlays und veneers. Berlin: Quintessence; 1989.
  8. Qvist V. Marginal adaptation of composite restorations performed in vivo with different acid-etch restorative procedures. *Scand J Dent Res* 1985; 93: 68-75.
  9. Qvist V, Qvist J. Replica patterns on composite restorations performed in vivo with different acid-etch restorative procedures. *Scand J Dent Res* 1995; 93: 360-70.
  10. Dijken van JWV. A clinical evaluation of anterior conventional, microfiller and hybrid composite resin fillings. A six year follow up study. *Acta Odontol Scand* 1986; 44: 357-67.
  11. Siegels S. Nonparametric statistics. New York: McGraw-Hill; 1956.
  12. Sjögren G, Bergman M, Molin M, Bessing C. A clinical examination of ceramic (Cerec) inlays. *Acta Odontol Scand* 1992; 50: 171-8.
  13. Isenberg BP, Essig ME, Leinfelder KF. Three-year clinical evaluation of CAD/CAM restorations. *J Esthet Dent* 1992; 4: 173-6.
  14. Gladys S, Van Meerbeek B, Inokoshi S, Willems G, Braem M, Lambrechts P, et al. Clinical and semiquantitative marginal analysis of four tooth-coloured inlay systems. *J Dent* 1995; 23: 329-38.
  15. Hofmann N, Popp M, Klaiber B. Klinische und rasterelektronenmikroskopische Nachuntersuchung von Cerec-inlays nach fünf Jahren Liegedauer. *Dtsch Zahnärztl Z* 1995; 50: 835-9.
  16. Sjögren G, Molin M, van Dijken JWV, Bergman M. Ceramic inlays (CEREC) cemented with either a dual cured or a chemically cured composite resin luting agent. A two-year clinical study. *Acta Odontol Scand* 1995; 53: 325-30.
  17. Heymann HO, Bayne SC, Sturdevant JR, Wilder AD, Roberson TM. The clinical performance of CAD/CAM-generated ceramic inlays. *J Am Dent Assoc* 1997; 127: 1171-81.
  18. Berg NG, Dérand T. A 5-year evaluation of ceramic inlays (Cerec). *Swed Dent J* 1997; 21: 121-7.
  19. Sjögren G, Molin M, van Dijken JWV. A 5-year clinical evaluation of ceramic inlays (Cerec) cemented with a dualcured or chemically cured resin composite luting agent. *Acta Odontol Scand* 1998; 56: 263-7.
  20. Zuellig-Singer R, Bryant RW. Three-year evaluation of computer-machined ceramic inlays. Influence of luting agent. *Quintessence Int* 1998; 29: 573-82.
  21. Felden A, Schmalz G, Federlin M, Hiller K-A. Retrospective clinical investigation and survival analysis on ceramic inlays and partial ceramic crowns: results up to 7 years. *Clin Oral Invest* 1998; 2: 161-7.
  22. Rosenblom MA, Schluman A. A review of all-ceramic restorations. *J Am Dent Assoc* 1997; 128: 297-307.
  23. Scurria MS, Powers JM. Surface roughness of two polished ceramic materials. *J Prosthet Dent* 1994; 71: 174-7.
  24. Mörmann WH, Krejci I. Computer-designed Cerec inlays after 5 years in situ: clinical performance and scanning electron microscopic evaluation. *Quintessence Int* 1992; 23: 109-15.
  25. Dijken van JWV, Hörstedt P. Marginal breakdown of fired ceramic inlays cemented with glass polyalkenoate (ionomer) cement or resin composite. *J Dent* 1994; 22: 265-72.
  26. Bayne SC, Taylor DF, Heymann HO. Protection hypothesis for composite wear. *Dent Mat* 1992; 8: 305-9.
  27. Haas M, Arnetzl G, Wegscheider WA, König K, Bratschko RO. Klinische und werkstoffkundliche Erfahrungen mit Komposit-, Keramik und Goldinlays. *Dtsch Zahnärztl Z* 1992; 47: 18-22.
  28. Walther W, Reiss B. Six year survival analysis of Cerec restorations in a private practice. In: Mörmann WH, editor. CAD/CAM in aesthetic dentistry, Cerec 10 year anniversary symposium. Proceedings. Chicago: Quintessence; 1996. p. 199-204.
  29. O'Rourke B, Walls AWG, Wassell RW. Radiographic detection of overhangs formed by resin composite luting agents. *J Dent* 1995; 23: 353-7.
  30. Martin N, Jedyakiewicz NM. Clinical performance of Cerec ceramic inlays: a systematic review. *Dent Mater* 1999; 15: 54-61.

### Forfattere

Ulla Pallesen, afdelingstandlæge

Afdeling for Tandsygdomslære og Endodonti, Odontologisk Institut, Det Sundhedsvidenskabelige Fakultet, Københavns Universitet

Jan W.V. van Dijken, docent, odont.dr.

Hygienistuddannelsen, Tandlægeskolen, Odontologisk Institut, Umeå Universitet